9. EL MAGNETISMO Y LA CORRIENTE ELÉCTRICA

¿Hay alguna relación entre electricidad y magnetismo? ¿Cómo generar corriente eléctrica?

El magnetismo es un fenómeno conocido por la humanidad desde tiempos remotos. El origen del término “magnetismo” se debe al descubrimiento, realizado por los griegos hace más de 2000 años, de un mineral (en una región del Asia Menor llamada Magnesia) capaz de atraer al hierro. Ese mineral se denomina hoy en día “magnetita”.

Ya alrededor del año 1000, los chinos habían descubierto que, si disponían un trozo alargado de magnetita sobre algo que flotase en el agua y pudiera moverse libremente, siempre se alineaba en la misma dirección (Norte-Sur). A este mineral posteriormente se le llamó “imán natural”.

Las observaciones y conocimientos que se fueron produciendo acerca de los imanes naturales a lo largo de los siglos propiciaron la invención de la brújula magnética, cuyo uso para orientarse se extendió pronto a Europa a través de Oriente Medio y tuvo un papel decisivo en la navegación por mar, posibilitando el descubrimiento de nuevas tierras, facilitando los viajes, el transporte de personas y mercancías, etc. Sin embargo, la explicación de la naturaleza física del magnetismo se mantuvo durante mucho tiempo como un misterio de la naturaleza.

A finales del siglo XVI encontramos el primer gran estudio sistemático de los fenómenos magnéticos. Dicho estudió fue realizado por W. Gilbert (médico de la reina Isabel I de Inglaterra), quien, en el periodo que va desde el año 1581 al 1600, efectuó numerosos experimentos de electricidad y magnetismo, recopilando ordenadamente los resultados más importantes de esas experiencias en un libro que tituló "De Magnete".

Por nuestra parte procederemos, en primer lugar, a revisar algunos aspectos interesantes de los fenómenos magnéticos.

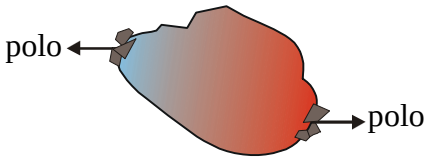
1. FENOMENOLOGIA DEL MAGNETISMO

A.1. *¿Qué sustancias pueden actuar como imanes? ¿Sobre qué sustancias ejercen su acción magnética?*

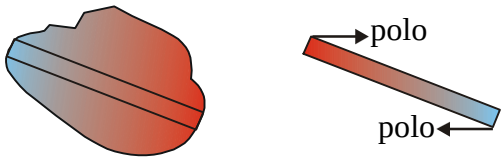
Uno de los primeros hechos evidentes del magnetismo natural es que existen algunas sustancias, como la magnetita, que son imanes muy potentes. También es conocido que la Tierra entera actúa como un gran imán y que astros como el Sol ejercen acciones magnéticas muy importantes. También se construyen imanes artificiales con distintas sustancias y aleaciones (hierro, níquel, cobre, neodimio, acero, etc.). Todos los imanes se ejercen entre sí fuerzas magnéticas, pero también actúan sobre otros objetos. Las observaciones sobre el comportamiento de los imanes permiten constatar que ejercen una fuerte acción , fundamentalmente sobre el hierro y el acero y, con menor intensidad, sobre algunos otros metales como, por ejemplo, el níquel y el cobalto. En otros casos, por ejemplo, sobre aluminio u oro, la fuerza magnética no se puede apreciar a simple vista.

A.2. *¿Cómo se ejerce la fuerza magnética de los imanes sobre los metales?*

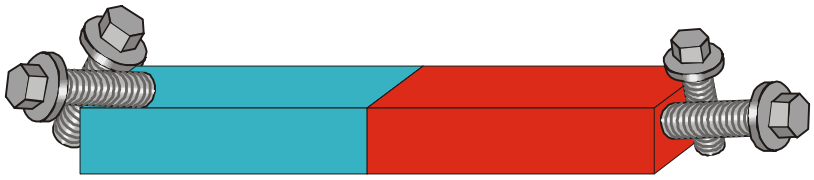
Si tomamos un trozo de magnetita de forma irregular y le acercamos trocitos de hierro, observaremos que son atraídos hacia dos zonas opuestas, a las que se denominan **polos magnéticos** del imán. En dichos puntos la fuerza magnética resulta más intensa que hacia la zona central.



Es habitual recortar los imanes en forma de barras de tal modo que los polos queden situados en los extremos.



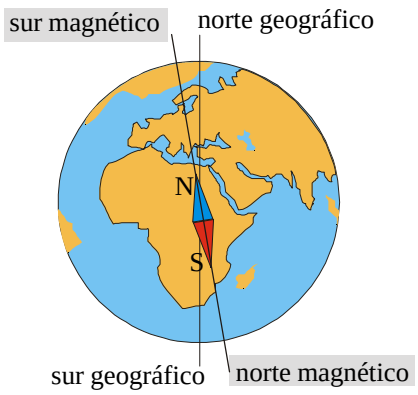
La fuerza magnética disminuye con la distancia existente entre el polo magnético y el trozo de hierro o acero que se le aproxima, de forma que, a mayor distancia, menor se hace la fuerza de atracción magnética. Es fácil comprobar experimentalmente cómo algunos objetos de hierro o acero son atraídos por cualquiera de los polos de un imán.



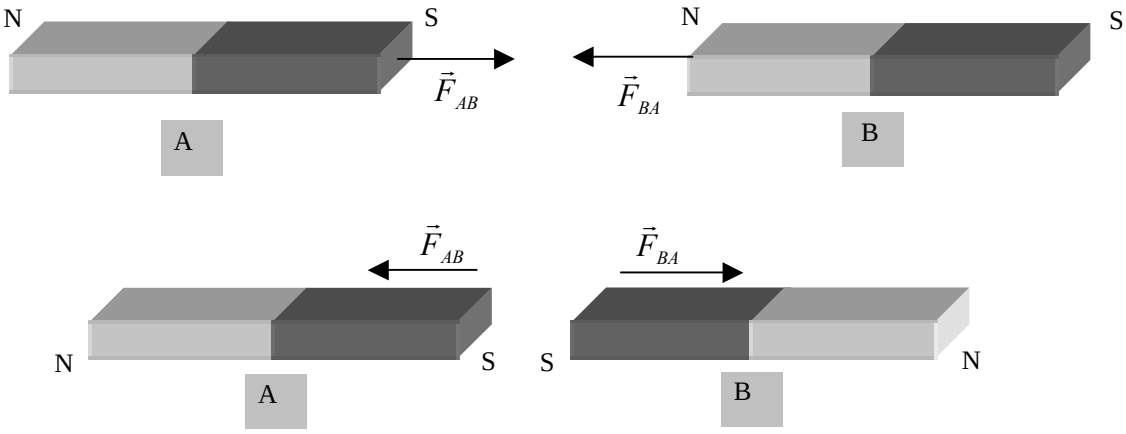
A.3. *¿Cómo se ejerce la fuerza magnética entre dos imanes?*

Ya hemos dicho que los imanes ejercen una acción mucho más intensa en los extremos o polos. Esto ocurre también cuando se trata de acciones de un imán A sobre otro imán B. En este caso se comprueba que, enfrentando ciertos polos de los imanes A y B, los dos imanes se atraen y dando la vuelta a uno de ellos para enfrentar el mismo polo de A con el opuesto de B, respecto de la posición anterior, los imanes se repelen. Este comportamiento permite distinguir entre dos tipos de polos de cada imán. Para diferenciarlos, podríamos llamarlos positivo y negativo, blanco y negro, etc. No obstante, como al montar un imán sobre un eje, alrededor del cual pueda girar libremente en un plano horizontal, sucede que se orienta siempre de forma que uno de sus polos señala el Norte geográfico y el otro el Sur geográfico, por lo que se les denomina respectivamente, polo Norte y polo Sur (en adelante N y S).

El polo N de un imán es el que se orienta al norte geográfico de la Tierra, mientras que el polo S de un imán se orienta hacia el polo sur geográfico de la Tierra.

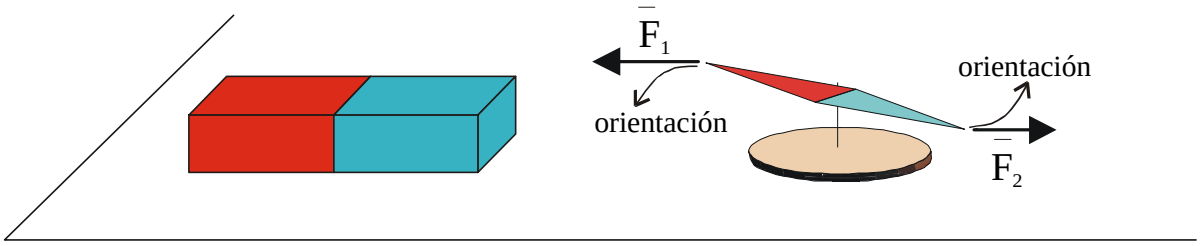


Experimentalmente se observa que, cuando se enfrentan polos iguales de los dos imanes (polo norte de A con polo norte de B o polo sur de A con polo sur de B), los imanes se repelen. Si se enfrentan polos distintos de los dos imanes (polo norte de A con polo sur de B o polo sur de A con polo norte de B), los imanes se atraen.



Como consecuencia de este comportamiento, resulta que, cuando se fijan dos imanes a una cierta distancia uno del otro y con una orientación arbitraria, si pueden girar libremente en torno a un eje, lo hacen hasta quedar enfrentados por polos opuestos. Esta es una característica única de las fuerzas magnéticas, que las distingue de otras fuerzas estudiadas hasta ahora, como las fuerzas gravitatorias o las fuerzas electrostáticas. En efecto: **los imanes no se atraen ni se repelen solamente, sino que al mismo tiempo se orientan.**

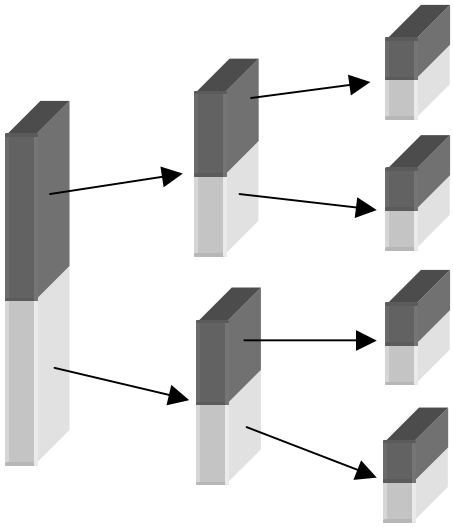
En la figura siguiente se muestran los efectos de orientación y de fuerzas existentes entre dos imanes. La aguja imantada (que puede girar libremente en el plano horizontal, pero no trasladarse) quedará orientada frente al imán de la izquierda.



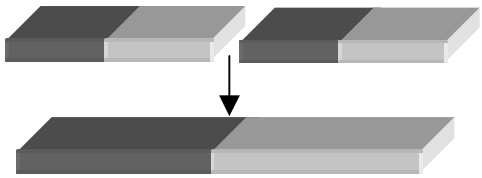
La propiedad que tienen los imanes de ejercer fuerzas más intensas en los extremos o polos puede sugerir la idea de que un imán fuera como un dipolo eléctrico, es decir, podría pensarse en una interpretación del magnetismo que atribuya el comportamiento de los imanes a una posible concentración de carga eléctrica de signo positivo en un extremo de un imán y otra concentración de carga eléctrica de signo negativo en el otro extremo. Si esta explicación fuera correcta, el magnetismo sería simplemente un caso particular de fuerzas eléctricas ejercidas entre objetos cargados de una forma peculiar. En este caso, se podrían aislar las zonas donde se concentra la carga de cada signo (es decir, los polos) y estos pedazos obtenidos del imán se comportarían como objetos cargados, uno con carga negativa y el otro con carga positiva.

A.4. *¿Qué sucede si se fragmenta un imán con objeto de separar sus polos?*

Cuando se parte un imán con objeto de separar sus polos se produce un hecho curioso: cada fragmento queda convertido en otro nuevo imán, dotado a su vez de dos polos. Por mucho que se repita este proceso, es decir, por mucho que se vuelva a partir el imán, todos los pedazos obtenidos actúan, cada uno de ellos, como un imán entero con sus correspondientes polo norte y polo sur. Si se sigue partiendo, el proceso continua. Así pues, no es posible fabricar imanes con un solo polo.



Análogamente ocurre si el proceso se realiza en sentido inverso, es decir, si se transforman dos imanes en uno solo, poniéndolos en contacto. En este caso, los cuatro polos iniciales (dos en cada imán de partida) se reducen a dos en el imán obtenido.



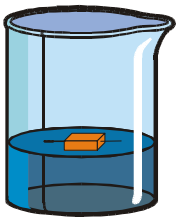
En resumen: todo imán o todo pedazo de imán actúa con un polo norte y un polo sur, siendo imposible aislar un solo polo. Estos hechos, junto con otros, ponen en evidencia que el magnetismo no es una simple manifestación de fuerzas electrostáticas ejercidas entre cargas situadas en los polos de un imán, sino que se trata de algo diferente.

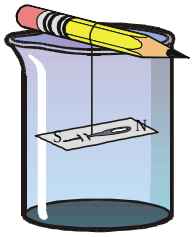
A.5. *¿Qué le ocurre a los materiales como el acero, después de ser atraídos o frotados con un imán?*

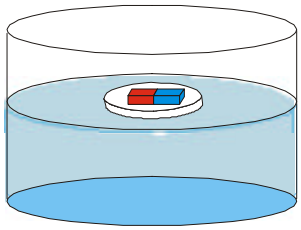
Otro fenómeno interesante y específico del magnetismo es lo que les sucede a algunos materiales como consecuencia de haber sido sometidos a la acción de un imán. Algunos materiales que son atraídos por los imanes, pueden a su vez imantarse (es decir, se convierten en imanes) por el hecho de haber estado en contacto con un imán o, también, si son frotados con él y el frotamiento se realiza siempre en el mismo sentido. Esta imantación desaparece rápidamente en casi todos los casos, pero en otros, como el acero, permanece durante bastante tiempo.

A.6. *Conseguid una aguja de coser y un imán. A continuación, proceded a frotar la aguja en el imán pasándola sobre éste siempre en el mismo sentido y pensad una forma sencilla de utilizar esa aguja imantada como una brújula (habrá que idear un dispositivo que permita a la aguja girar libremente en un plano horizontal y orientarse según el magnetismo terrestre).*

Existen varios diseños sencillos. Uno de ellos se basa en colocar la aguja ya imantada sobre un pequeño corcho flotando en agua, veremos que se orientará debido al magnetismo terrestre. Habremos construido así una brújula elemental y podremos saber cuál es el polo N y S de la aguja. Otro posible diseño consiste en clavarla en un trocito de papel y mediante un hilo suspender el conjunto horizontalmente. Incluso se puede utilizar un imán rectangular sobre un trozo de corcho blanco que flota en agua.







2. EL MAGNETISMO TERRESTRE

Como ya hemos indicado, la brújula de aguja imantada consiste esencialmente en una aguja magnética con los polos situados en sus extremos y de tal forma que pueda girar libremente en un plano horizontal.

Las primeras brújulas llegaron al continente europeo en la Edad Media y tuvieron un papel muy importante en los grandes descubrimientos geográficos y exploraciones que se realizaron (como, por ejemplo, el descubrimiento de América).

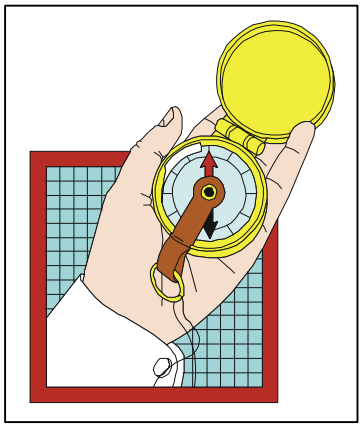
En la actualidad existen otros procedimientos de orientación mucho más sofisticados (como los que se realizan mediante satélites que giran alrededor de la Tierra), sin embargo todavía se sigue utilizando la brújula en muchos casos.

En las brújulas actuales la aguja imantada móvil está situada dentro de una especie de caja fabricada con materiales no magnetizables (por ejemplo, plástico transparente). Habitualmente está situada sobre una base en la que hay dibujado un círculo graduado en el que se indican los cuatro puntos cardinales.

Cualquier brújula se orienta de modo que su polo N señala aproximadamente el norte geográfico terrestre (existe una desviación de unos 20º), lo que confirma que la Tierra actúa como un gran imán, cuyo polo sur magnético está muy cerca del polo norte geográfico y viceversa.

Con sólo una brújula podemos orientarnos dirigiéndonos a cualquiera de los puntos cardinales o fijando un rumbo cualquiera. El rumbo es el ángulo que forma la dirección que queremos seguir, con la dirección norte (contando desde el norte siguiendo el sentido de las agujas del reloj).

Si, además de la brújula, disponemos de un mapa de la zona en la que nos encontramos y sabemos que la parte superior de los mapas topográficos señala siempre al norte; podemos orientarnos colocando la brújula sobre el mapa en un plano horizontal, de tal modo que la dirección norte-sur que figura en la brújula coincida con la dirección de la aguja magnética y con la dirección norte-sur impresa en el mapa (alguna de sus líneas verticales). En ese momento, tendremos bien orientado el mapa y las montañas o accidentes geográficos reales que veamos al mirar en una dirección determinada (N, S, etc.), corresponderán a lo que hay señalado en el mapa en esa misma dirección.



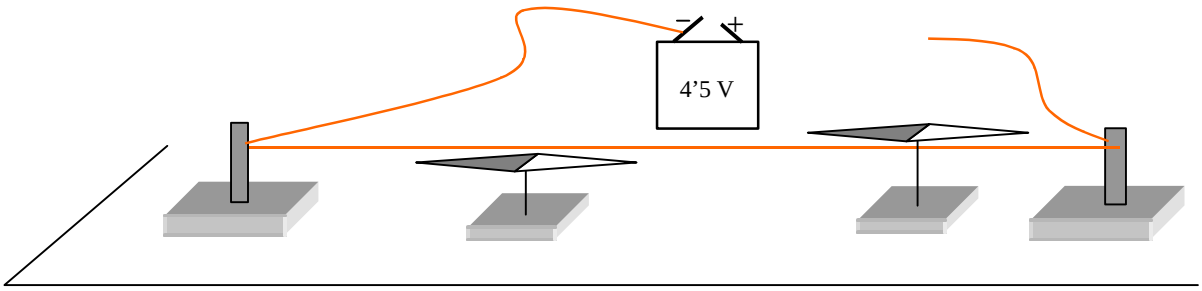
3. RELACION ENTRE FENOMENOS MAGNETICOS Y ELÉCTRICOS

La analogía entre el magnetismo y la electricidad promovió la búsqueda de una relación entre ellos que pudiera explicar sus características comunes.

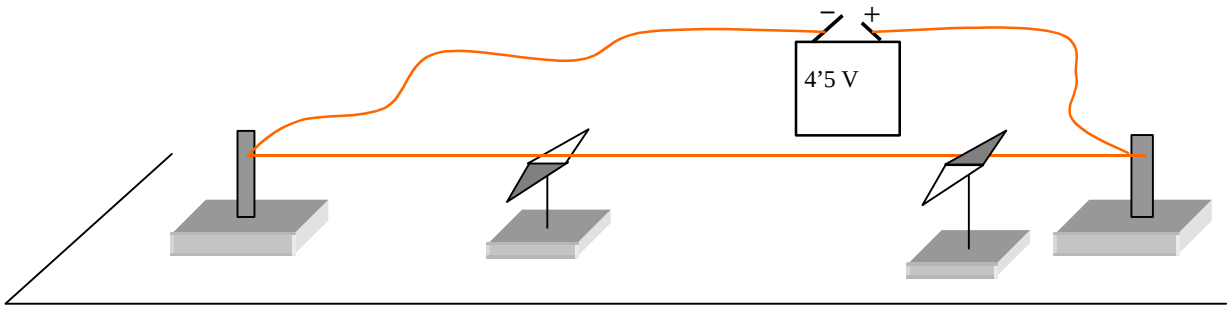
A.7. *Pensad qué tipo de experimentos se pueden realizar para investigar una posible relación entre cargas eléctricas e imanes.*

Los primeros intentos de poner en evidencia una posible relación entre los fenómenos eléctricos y los magnéticos consistieron en poner objetos cargados en presencia de imanes. Pero, cuando se coloca un imán en las proximidades de un objeto cargado, la única fuerza que se muestra es una fuerza de atracción global entre ambos, similar a la que hace cualquier objeto cargado sobre otro neutro (como es el imán). Es decir, en este caso el imán y el objeto cargado se atraen, pero no se orientan, lo que indica que no tiene lugar una fuerza magnética entre ellos.

Fue el científico danés H.C. Oersted quien, en el año 1820, realizó un célebre experimento que por vez primera mostró la existencia de una relación entre electricidad y magnetismo. El experimento consistió en colocar una brújula cerca de un cable por el que circulaba una corriente eléctrica.



Se comprobó que, en estas condiciones, la aguja de la brújula se orienta tendiendo a colocarse en la dirección perpendicular al cable por el que circula la corriente. Las experiencias realizadas demuestran que el sentido de giro de la aguja es tal que, si se coloca la mano derecha extendida sobre el hilo conductor (y éste a su vez sobre la brújula), de tal forma que la corriente entre por la muñeca y salga por la punta de los dedos, el pulgar (colocado perpendicularmente a los restantes) señala el sentido en el que se desvía el polo N de la aguja. (En el caso de situar la aguja por encima del hilo conductor el sentido de orientación es el contrario).



También se aprecia que el efecto sobre la brújula es tanto más intenso cuanto mayor es la intensidad de la corriente rectilínea y cuanto más cerca del hilo nos encontramos. De acuerdo con la experiencia de Oersted y otras muchas que se realizaron posteriormente, se pudo establecer que:

El magnetismo en general, está asociado a la existencia de cargas eléctricas en movimiento.

La conclusión anterior abrió importantes líneas de investigación.

A.8. *¿Qué posibles problemas de interés pudieron plantearse como consecuencia de los resultados obtenidos en la experiencia de Oersted?*

Una vez se puso en evidencia que las cargas eléctricas en movimiento producen efectos magnéticos, pareció necesario avanzar hacia una comprensión más profunda de los fenómenos magnéticos. Algunos de los problemas que se plantearon fueron los siguientes:

- ✓ ¿Cómo conseguir imanes más potentes aprovechando los efectos magnéticos de la corriente eléctrica?
- ✓ ¿Cómo se pueden aprovechar las fuerzas existentes entre corrientes eléctricas e imanes?
- ✓ ¿Cómo explicar el magnetismo natural?
- ✓ Si una corriente eléctrica (que no es sino un movimiento de cargas) tiene efectos magnéticos y es capaz de mover a un imán inicialmente en reposo, ¿no podría conseguirse el efecto recíproco? Es decir: ¿sería posible obtener corriente eléctrica mediante el movimiento de un imán?

En lo que resta de este tema comprobaremos que estas líneas de investigación, iniciadas en el siglo XIX, resultaron ser muy fructíferas y permitieron, entre otras cosas, construir potentes electroimanes, motores eléctricos y generar corriente eléctrica de tal forma que pudiera ser aprovechada por industrias y hogares como fuente de energía, para poder realizar muchos cambios (calentar, cocinar, iluminar, mover cosas, etc.).

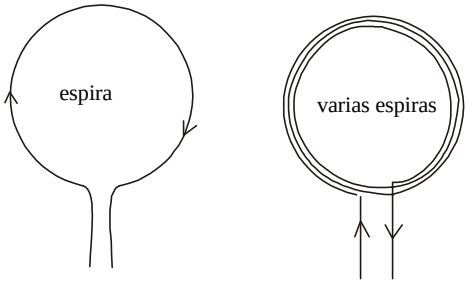
3.1. Efectos magnéticos de la corriente eléctrica

El primer estudio que se realizó tras los experimentos de Oersted fue el de los efectos magnéticos producidos por una corriente eléctrica que circulase no sólo por un hilo conductor rectilíneo sino también siguiendo otras trayectorias.

Como hemos visto, un cable por el que circula la corriente tiene efectos magnéticos tanto más potentes cuanto mayor es la intensidad de corriente que circula por el hilo. Sin embargo, a menudo interesa conseguir unos efectos magnéticos más intensos, sin tener para ello que aumentar la intensidad de la corriente que circula por el hilo.

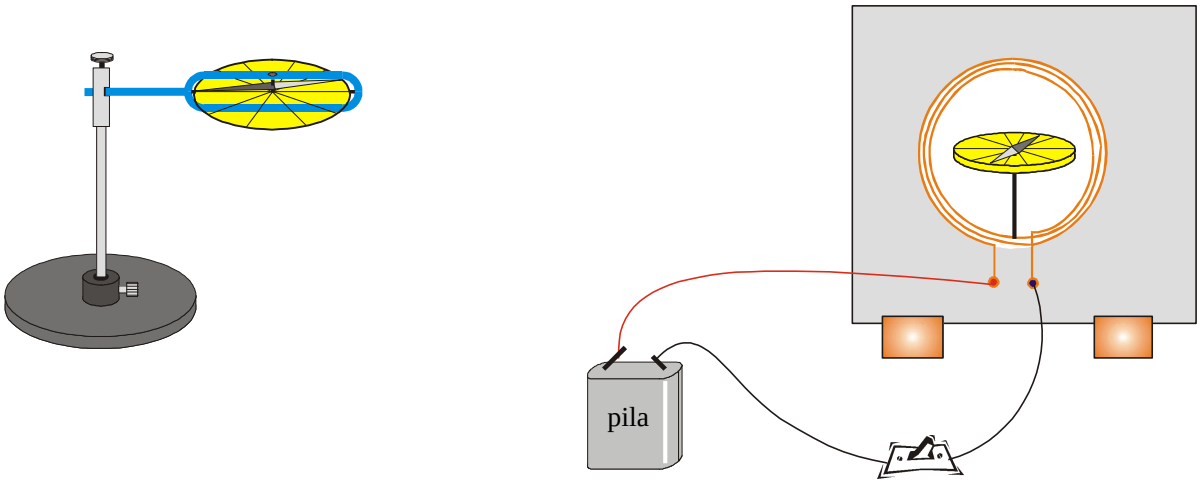
A.9. *Indicad un modo de aumentar al máximo la intensidad de los efectos magnéticos producidos por una corriente eléctrica en un punto situado a una cierta distancia de la misma, sin necesidad de aumentar la intensidad de la corriente.*

Una posibilidad es arrollar el hilo conductor formando una circunferencia. De este modo todo el cable se encuentra a la misma distancia del centro de la circunferencia (cosa que no ocurre cuando la corriente es rectilínea). Cabe esperar, pues, que los efectos magnéticos se refuercen en el centro de la circunferencia. Este dispositivo recibe el nombre de "espira". Naturalmente todavía podemos intensificar aún más los efectos magnéticos de la corriente si el cable es largo y nos permite varias vueltas, de forma que tengamos así otras tantas espiras, tal y como se muestra en la figura siguiente.



A.10. *¿Cómo podríamos estudiar el comportamiento magnético de una o varias espiras juntas por las que circula una corriente?*

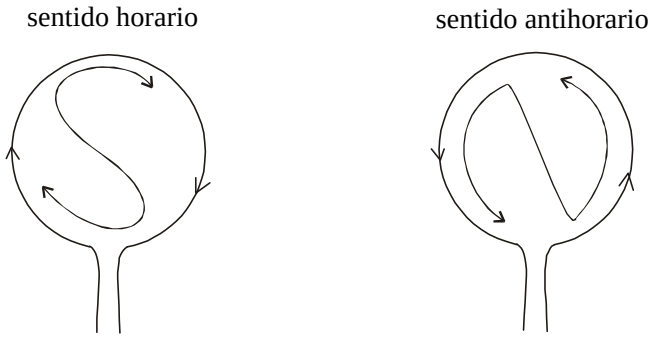
Una posibilidad es colocarlas sobre un soporte, situar una brújula en su centro y conectarlas a una pila para conseguir que pase corriente por ellas, tal y como se propone en la figura adjunta.



Podemos comprobar cómo al pasar la corriente, la aguja de la brújula sufre ahora desviaciones más bruscas que cuando la misma corriente era rectilínea y se situaba a la brújula a la misma distancia del hilo de lo que vale ahora el radio de las espiras. También podemos constatar qué efecto tiene sobre la aguja imantada el que la corriente vaya en un sentido o en otro y cómo la fuerza magnética sobre la aguja imantada es menos intensa cuando colocamos la brújula en otros puntos que no sean el centro de la espira.

A.11. *Utilizad el dispositivo anterior y una brújula para comprobar que la espira se comporta como un imán y determinad cuál es la cara de la espira que hace de polo N y cuál hace de polo S.*

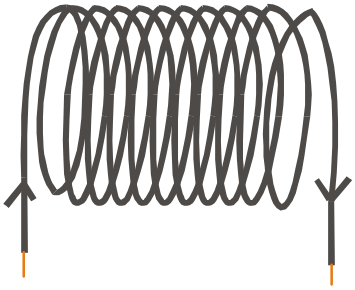
La actividad anterior nos debe haber permitido comprobar que, cuando miramos de frente a la espira y vemos que la corriente circula en el mismo sentido que las agujas del reloj, se trata de la cara que hace de polo S, mientras que, si vemos que la corriente circula en sentido contrario al de las agujas del reloj es la cara N.



Además del sentido de las agujas del reloj, para saber si estamos mirando la cara N o S de una espira recorrida por una corriente, es útil ver si, siguiendo la marcha de la corriente se puede dibujar dentro de la espira la letra S (sería en ese caso la cara sur) o la letra N (sería en ese caso la cara norte) tal y como se muestra en los esquemas anteriores.

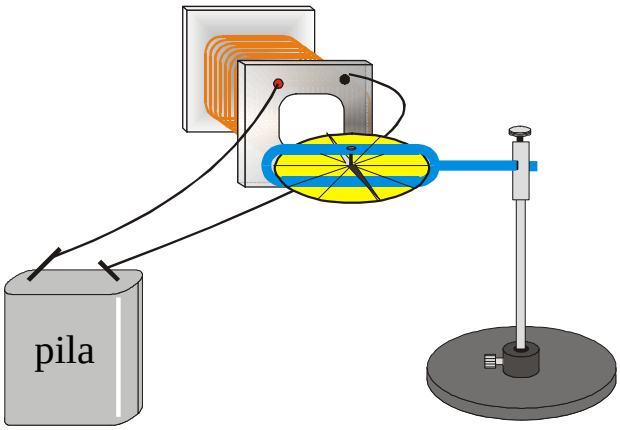
Así pues, a una o varias espiras por las que circula una corriente eléctrica, se le pueden asignar polos magnéticos, lo mismo que a un imán. Por tanto, entre dos espiras o entre una espira y un imán, se ejercerán fuerzas magnéticas lo mismo que entre dos imanes.

Cuando se arrolla un mismo hilo conductor (recubierto por un aislante) de modo que las espiras queden una al lado de la otra formando una especie de túnel, estamos construyendo una **bobina** o **solenoide**. Mediante este dispositivo se consigue disponer de un "imán" muy intenso y con la ventaja de tener acceso a su interior (ya que la bobina está hueca, cosa que no ocurre con los imanes), donde los efectos magnéticos son más intensos que en el exterior.



A.12. *Utilizad una bobina de 2000 espiras para investigar sus efectos magnéticos sobre una aguja imantada, cuando se hace pasar una corriente por dicha bobina.*

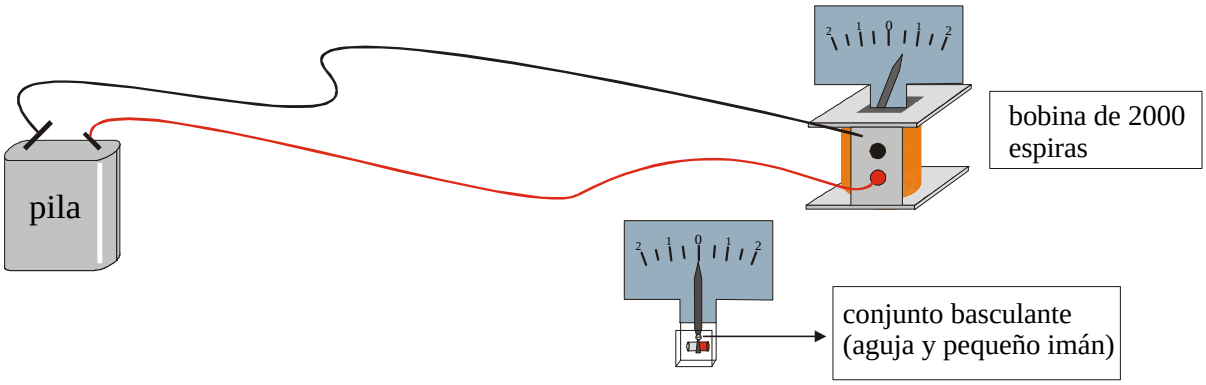
Es fácil comprobar cómo la bobina, mientras circule corriente por ella, se comporta como un imán y que uno de sus extremos actúa como polo N y el otro como polo S. Para ello, podemos aproximar a sus extremos una aguja imantada (con sus polos marcados) y ver cómo ésta se orienta. Como generador de corriente basta con una pila de 4'5 V.



Podemos plantearnos ahora algunas de las aplicaciones prácticas de lo que acabamos de ver.

3.1.1. Instrumentos de medida de la corriente eléctrica (amperímetros y voltímetros)

En los laboratorios escolares suele haber unos dispositivos formados por una aguja o fiel solidaria a un pequeño imán[1]. Este conjunto es capaz de bascular, de forma que, cuando actúa sobre el imán alguna fuerza magnética, éste intenta orientarse, de modo que el conjunto bascula haciendo que la aguja se desvíe de su posición inicial hacia un lado. La mayor o menor desviación de la aguja se puede visualizar mediante una escala que acompaña al dispositivo. El conjunto puede ser insertado en una bobina, de modo que el pequeño imán quede dentro de ella, tal y como se muestra en la figura adjunta.



A.13. *Utilizad el dispositivo anterior colocándolo en una bobina de 2000 espiras e investigad lo que ocurre cuando ésta se conecta a la corriente eléctrica suministrada por una pila de 4'5 V.*

Si preparamos el montaje sugerido, es fácil constatar que, al conectar la corriente, la aguja se desvía, indicando que dicha corriente está haciendo una fuerza magnética sobre el imán del conjunto basculante. Además podemos ver que la aguja se desvía en un sentido o en otro

[1] También se puede utilizar un miliamperímetro en lugar del dispositivo aquí descrito

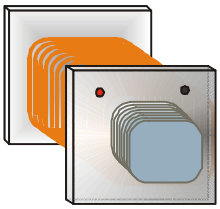
dependiendo del sentido de la corriente eléctrica y que esta desviación es tanto más brusca cuanto mayor sea la intensidad de la corriente eléctrica utilizada (para comprobarlo basta conectar en serie dos pilas).

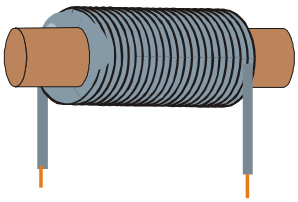
Este dispositivo es la base del funcionamiento de algunos instrumentos de medida de la corriente eléctrica, como los amperímetros (para medir la intensidad) y voltímetros (para medir diferencia de potencial), en los que se añade un pequeño resorte que se opone a la desviación de la aguja (cuanto mayor es la intensidad de la corriente eléctrica mayor es la fuerza magnética y más se desvía la aguja venciendo la fuerza que opone el resorte). Nosotros lo usaremos simplemente para detectar la existencia de una corriente eléctrica circulando por una bobina.

3.1.2. Electroimanes

Al situar una brújula cerca de una bobina por la que circula corriente, apreciamos que se orienta convenientemente. Si, a continuación, vamos alejando la brújula, observaremos como ésta se va desorientando hasta que, a cierta distancia, el efecto de la bobina es despreciable y la brújula se orienta prácticamente según el campo magnético terrestre únicamente. En esta situación, vamos a introducir en la bobina un trozo (llamado núcleo) de hierro y observaremos cómo la brújula se vuelve a orientar de nuevo como antes cuando estaba mucho más cerca de la bobina.

La experiencia anterior nos muestra que, por el hecho de disponer un núcleo de hierro en el interior de la bobina, se genera un “imán” mucho más intenso. A este dispositivo se le conoce como “electroimán” y sus propiedades magnéticas cesan en cuanto deja de pasar corriente por la bobina.





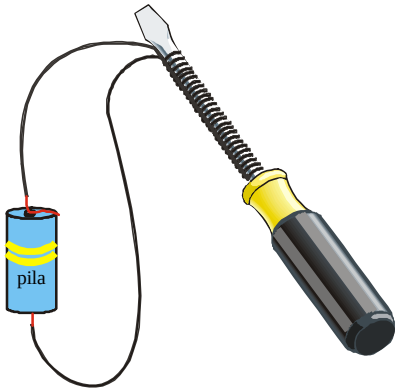
Se utilizan electroimanes muy potentes que cuelgan de grandes grúas para trasladar chatarra de hierro de un sitio a otro.

Conviene tener en cuenta que el aumento en la intensidad de los efectos magnéticos que se produce en una bobina cuando en su interior se introduce un núcleo de hierro no se detectaría si en lugar de hierro fuese, por ejemplo, cobre o madera. Se dice que el hierro y los materiales que se comportan como él son **ferromagnéticos**, mientras que el cobre es una sustancia **diamagnética**.

Si en lugar de introducir un núcleo de hierro en el interior de la bobina, éste fuese de acero, la imantación del núcleo permanecería aunque desconectásemos la corriente, con lo que habríamos construido así un imán permanente artificial.

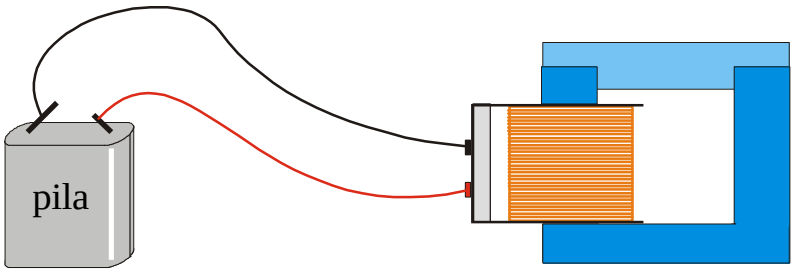
A.14. *Proceded a construir un imán artificial y un electroimán, arrollando cable conductor (con recubrimiento aislante) sobre trozos de varillas de acero y de hierro (se pueden utilizar clavos grandes y destornilladores).*

Basta con ir arrollando un cable de cobre aislado alrededor de la varilla, comenzando por uno de sus extremos hasta llegar al otro extremo. Esta operación se llama bobinar. Una vez que tenemos recubierto todo el trozo de varilla, sujetamos con cinta adhesiva y, si el cable no está ya preparado para ello, procedemos a pelar sus extremos para poder conectarlo a la pila. Podemos utilizar varillas rectas y también dobladas en forma de herradura.



Si la varilla es de hierro habremos construido un electroimán, con el que podremos levantar objetos de hierro y acero (clavos, tachuelas, tornillos, etc.) y soltarlos en cuanto hagamos cesar la corriente. Si es de acero (por ejemplo un destornillador) basta conectar unos momentos para convertirla en un imán artificial, que conservará sus propiedades magnéticas durante bastante tiempo.

Si en el laboratorio escolar se dispone de núcleos de hierro en U y bobinas de 2000 espiras o más, que puedan colocarse en una de las ramas, es espectacular mostrar cómo con una simple pila de 4’5 V, podemos conseguir un electroimán tan potente que nos cuesta bastante esfuerzo levantar el núcleo de hierro móvil colocado arriba de la U (ver figura adjunta).



Mediante los electroimanes podemos conseguir, pues, imanes muy potentes y, lo que es más interesante todavía, controlar la potencia del imán (según nos convenga) con solo variar la intensidad de la corriente eléctrica que recorre la bobina.

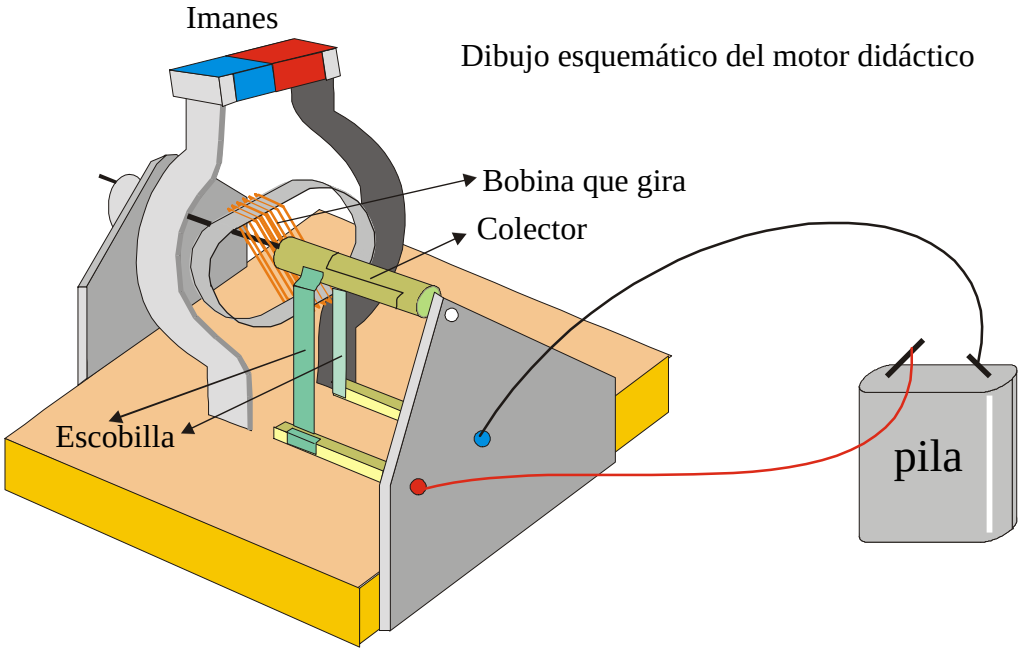
3.2. Aprovechamiento de las fuerzas entre imanes y corrientes. El motor eléctrico

Hemos visto como entre corrientes eléctricas e imanes se ejercen fuerzas magnéticas. Ahora cabe plantearse cómo aprovechar esas fuerzas para conseguir movimiento y, por tanto, energía.

Uno de los dispositivos más importantes para conseguir el objetivo anterior es el motor eléctrico. Existen muchísimos aparatos que funcionan mediante un motor eléctrico, como, por ejemplo, algunos juguetes, ventiladores, molinillos de café, secadores de pelo, lavadoras, vehículos, etc.

Un motor eléctrico elemental es el dispositivo que existe en muchos centros escolares y que se utiliza como modelo didáctico para mostrar los aspectos básicos de un motor eléctrico.

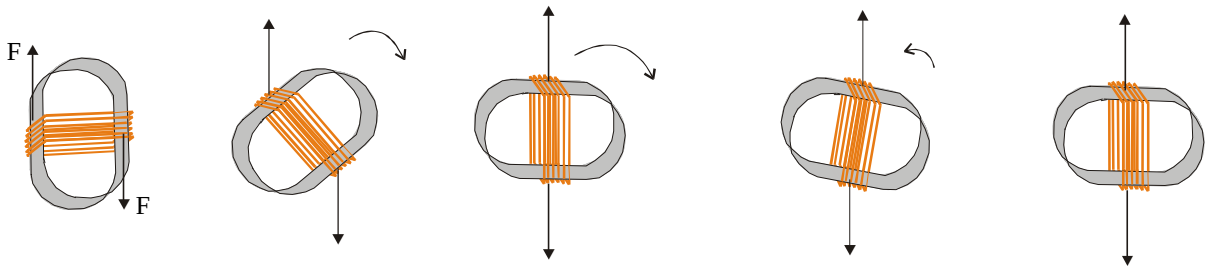
Esencialmente consta de dos imanes (en el esquema, por comodidad, sólo hemos dibujado uno), que se colocan juntos en un soporte especial fijo de forma abombada (estator). Dentro del estator hay una armadura sobre la que se ha dispuesto una bobina, de forma que el conjunto (rotor) puede girar libremente en torno a un eje.



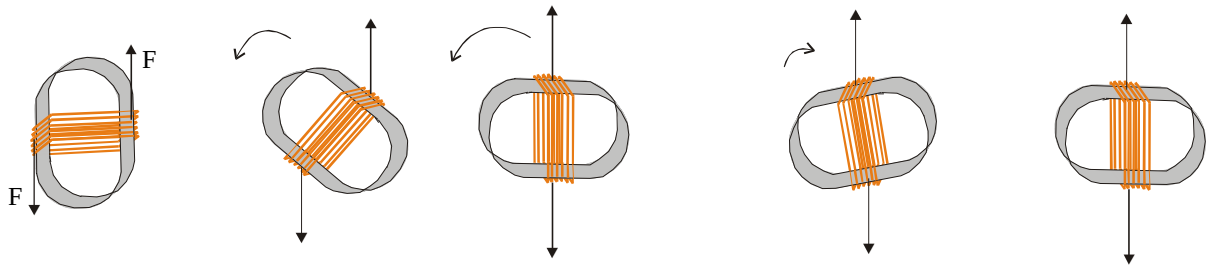
Si disponemos la bobina horizontalmente y, a continuación, hacemos circular una corriente por ella (conectándola a un generador) vemos que esta gira en un sentido determinado hasta quedar en posición vertical (realmente llega a esta posición tras una pequeña oscilación). Si, tras suprimir la corriente, volvemos a disponer la bobina horizontalmente y, de nuevo, hacemos circular una corriente, pero en sentido contrario al anterior, la bobina gira al revés que antes hasta quedar en posición vertical.

A.15. *¿Cómo deben ser las fuerzas magnéticas sobre la bobina para explicar lo que le sucede?*

Debemos pensar que sobre la bobina actúa un par de fuerzas que tiende a hacerla girar en un sentido determinado. Cuando la bobina pasa por la posición vertical, esas fuerzas no tienen ningún efecto de giro (porque son iguales, de sentidos contrarios y se ejercen sobre una misma recta), pero la bobina lleva ya una cierta velocidad, que le hace sobrepasar esa posición. Sin embargo, en cuanto la sobrepasa, el par de fuerzas (que sigue siendo el mismo) actúa de nuevo y la frena, haciendo que finalmente retroceda hasta acabar quedando en el plano vertical (posición de equilibrio).



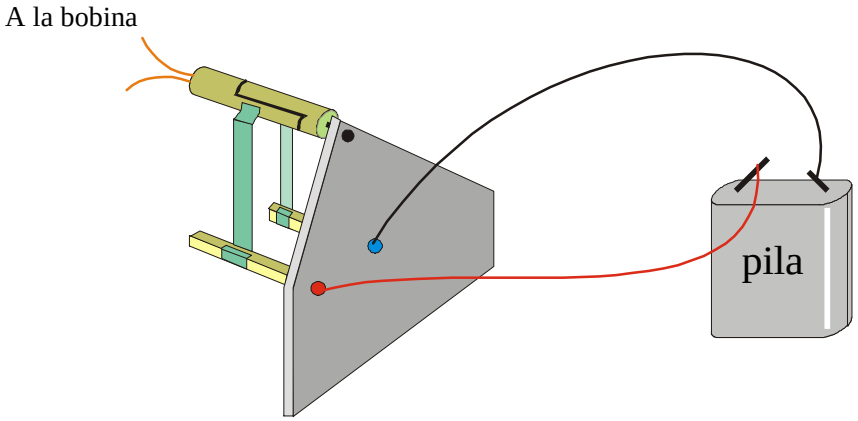
Si cambiamos la polaridad, la corriente circula por la bobina en sentido contrario y eso explica que, al colocarla de nuevo en la posición horizontal (exactamente igual que estaba al principio), la bobina gire ahora en sentido contrario, ya que el par de fuerzas magnéticas que actúa sobre ella es, ahora, al contrario que antes.



A.16. *A la vista de los resultados anteriores, podemos plantearnos ahora qué podríamos hacer para conseguir que la bobina girase continuamente.*

Una forma de conseguirlo es hacer que, cada vez que la bobina sobrepase la posición vertical, cambie el sentido de la corriente eléctrica, con lo que cambiará el par de fuerzas magnéticas que actúa sobre ella, de forma que éste siempre irá a favor del sentido de giro inicial.

Naturalmente, el cambio de sentido de la corriente no podemos hacerlo nosotros manualmente cambiando la conexión de los cables a la pila cada vez que la bobina pase por la posición vertical (no nos daría tiempo). Afortunadamente, existe un ingenioso dispositivo que puede hacerlo por nosotros. Se llama colector y, esencialmente, consiste en dos piezas metálicas que forman un pequeño cilindro, pero sin hacer contacto entre ellas (están separadas por una fina junta de material aislante).



Como podéis comprobar, el sistema está diseñado de tal forma que, si desplazamos las escobillas hacia el centro del colector, cada vez que la bobina pasa por la posición vertical la corriente que llega a la bobina desde el colector cambia de sentido (porque cada escobilla cambia de pieza del colector sobre la que contacta). Así, el par de fuerzas magnéticas siempre favorece el giro y tenemos un motor eléctrico, mediante el cual es posible convertir la energía de origen eléctrico en energía cinética (movimiento de las aspas de un ventilador, de las cuchillas de un molinillo, de las ruedas de un vehículo, etc.).

3.3. Explicación del magnetismo natural

Cuando se descubrió que las corrientes eléctricas producen efectos magnéticos parecidos a los que producen los imanes naturales, se abrió la puerta al estudio del origen del magnetismo natural. Lógicamente, una explicación adecuada del comportamiento de los imanes debía compaginar la relación entre las corrientes eléctricas (cargas en movimiento) y los imanes, con el conocimiento acumulado acerca de la estructura de la materia.

A.17. *Sugerid una explicación del magnetismo natural.*

El conocimiento de que las cargas eléctricas en movimiento producen campos magnéticos hace pensar que el magnetismo natural debería estar asociado también al movimiento de cargas en el interior de los imanes. En efecto, cada átomo de cualquier elemento se puede considerar como un pequeño imán ya que sus electrones son cargas en movimiento en torno al núcleo y se pueden considerar, en una primera aproximación, como pequeñísimas corrientes eléctricas.

A.18. *Admitamos que el magnetismo natural sea debido a corrientes electrónicas a nivel atómico. Entonces, ¿por qué unas sustancias se comportan como imanes y otras no?*

Si pensamos en los átomos como pequeñísimos imanes, podemos pensar que, en la mayoría de las sustancias, éstos se hallan orientados al azar y sus efectos magnéticos individuales se compensan unos con otros, de forma que, el efecto magnético global es prácticamente nulo. En cambio, en sustancias como la magnetita los átomos deben estar orientados de tal forma que los efectos magnéticos individuales se refuercen.

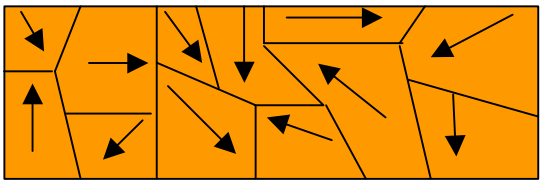
A.19. *Justificad, a partir del modelo elemental propuesto para explicar el magnetismo natural, el hecho de que no se puedan separar los polos de un imán.*

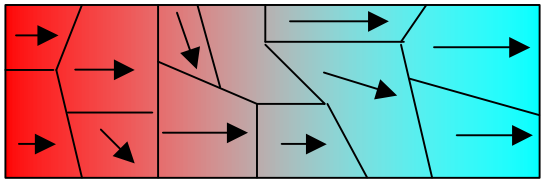
Esta explicación del magnetismo natural muestra coherencia con los aspectos principales de la fenomenología del magnetismo y, por ejemplo, aclara el misterio que presentó en su día el hecho de que no se puedan separar los polos de un imán, sea este natural o artificial. En efecto, de acuerdo con este modelo, cualquier imán natural se puede imaginar con una estructura, que, por ejemplo, podría estar compuesta de espiras elementales, todas ellas orientadas igual. Como hemos visto, si se considera individualmente cualquiera de estas espiras, una de sus caras actúa como polo norte de ese pequeño imán y la cara opuesta actúa como polo sur. Estas mismas espiras agrupadas (tal como ocurre en un solenoide) se han de considerar conjuntamente, pues en esta disposición forman un único gran imán en el que un extremo actúa como polo norte y el otro como polo sur. Entonces, admitiendo que un imán natural tenga una estructura interna así, al dividirlo en pedazos, cada pedazo mantendría esa misma estructura, es decir, cada pedazo seguiría estando constituido por pequeñas corrientes eléctricas todas ellas orientadas de la misma forma. En consecuencia, actuará globalmente como un imán, con sus polos norte y sur.

A.20. *Tratad de explicar por qué los imanes atraen magnéticamente a algunos metales, como el hierro.*

Otro hecho del magnetismo natural que se puede justificar con este modelo, es el tipo de fuerzas que se ejercen entre los imanes naturales y algunos metales. Como es lógico, no es casualidad que sean precisamente los metales (en general, buenos conductores de la electricidad) quienes interactúen magnéticamente con los imanes con más intensidad. Un pedazo cualquiera de ciertos metales, como el hierro o el cobalto, se puede considerar constituido por grandes grupos de átomos (del orden del trillón), llamados **dominios**, alrededor de los cuales circulan corrientes eléctricas que producen los mismos efectos magnéticos. Estas regiones, o dominios, están entre sí orientadas al

azar, de modo que, habitualmente, el efecto magnético global de un pedazo de hierro es casi nulo. Ahora bien, sometidos a la acción de un imán externo como, por ejemplo, metiéndolo dentro de una bobina por la que circula una corriente, los dominios actúan como pequeños imanes, y se orientan haciendo que el trozo de hierro se comporte como un imán, con igual orientación que el de la bobina, lo que hace que aumente considerablemente la intensidad del efecto magnético (como ya vimos que sucedía en el electroimán).





La figura izquierda anterior representa esquemáticamente un trozo de hierro no imantado. Podemos ver que está formado por dominios distribuidos al azar (la punta de cada flecha indica el polo norte del dominio). En cambio, en la figura de la derecha se observa cómo los dominios están orientados preferentemente en una dirección determinada. Cuando frotamos una aguja de hierro siempre en el mismo sentido contra un imán, lo que hacemos es orientar los dominios preferentemente en una dirección determinada.

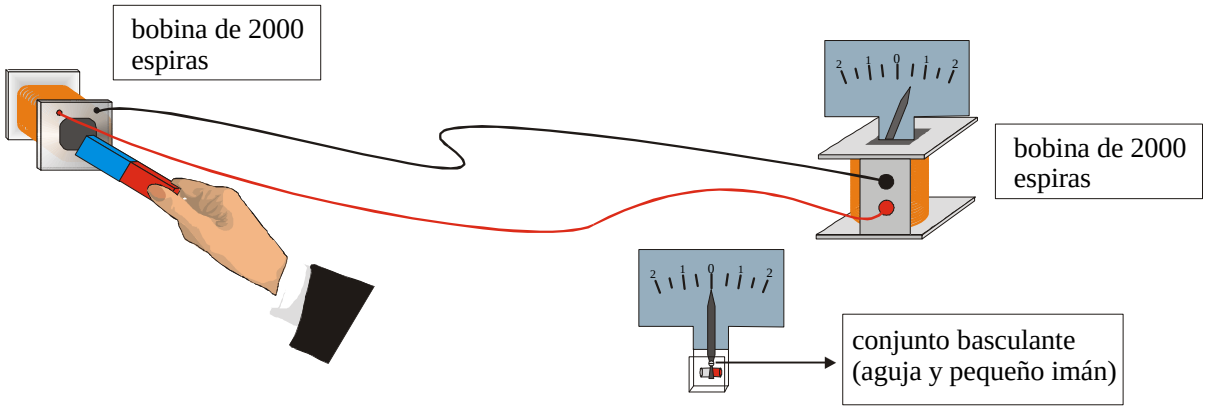
3.4. Producción de corriente eléctrica mediante imanes

Anteriormente hemos visto que toda corriente eléctrica (cargas en movimiento) tiene efectos mecánicos sobre imanes (en la experiencia de Oersted se consiguió mover un imán mediante una corriente eléctrica). Podemos plantearnos ahora la posibilidad de conseguir el efecto inverso, es decir, lograr un movimiento de cargas (una corriente eléctrica) mediante un imán.

A.21. *Sugerid una posible forma de conseguir inducir una corriente en un conductor (por ejemplo una espira o una bobina) mediante un imán.*

Una posibilidad es mover un imán en las proximidades de una bobina o mejor, introduciéndolo o sacándolo rápidamente en ella. Para detectar que se induce corriente podemos conectar esa bobina al dispositivo que servía para medir el paso de corriente.

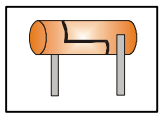
Si hacemos la experiencia sugerida, podemos comprobar que, al meter el imán en la bobina, inmediatamente se desvía la aguja del detector, indicando el paso de una corriente eléctrica (llamada corriente inducida). Además es fácil ver que, según metamos o saquemos el imán, la aguja se desvía en un sentido u en otro y que lo mismo sucede según sea el polo que se introduzca o se extraiga de la bobina (aunque en este caso las desviaciones son inversas a las anteriores).



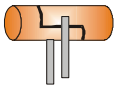
El dispositivo utilizado como motor eléctrico, también puede usarse para generar corriente eléctrica (generador), ya que lo que realmente importa es que exista un movimiento relativo apropiado entre el imán y la bobina.

A.22. *Conectad el motor a una bobina con aguja basculante insertada, mediante unos cables largos. A continuación colocad los dos imanes en el hueco previsto para ello y haced girar la bobina del motor manualmente en un sentido y en otro. Analizad qué es lo que ocurre cuando:*

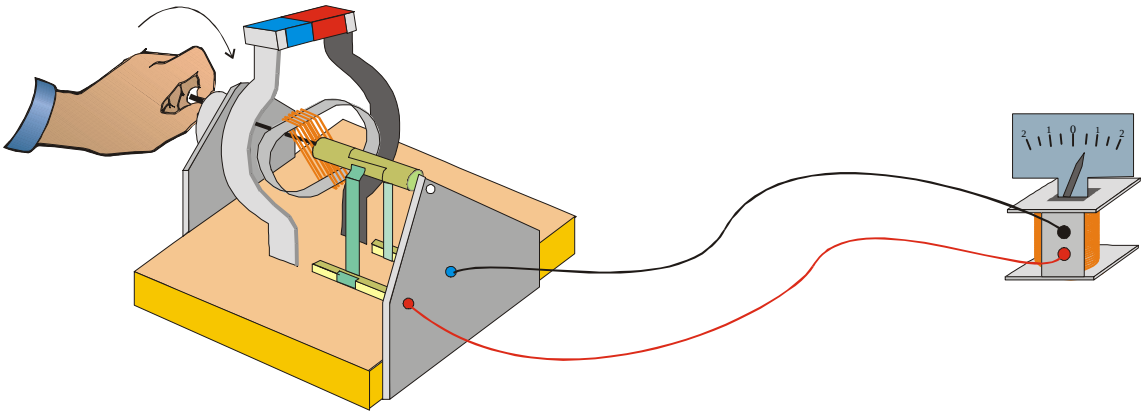
a) Cada una de las escobillas está conectada permanentemente a una sola de las partes del colector (situando cada una en un extremo del colector).



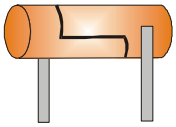
b) Se colocan ambas escobillas en el centro del colector



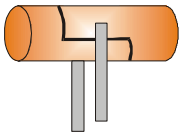
Si realizamos la experiencia propuesta, podremos constatar que, en el primer caso, la aguja indicadora se mueve sucesivamente en un sentido y en otro, indicando el paso de una corriente que está cambiando de sentido (corriente alterna). Por el contrario, en el segundo caso, la aguja sólo se desvía en un sentido, indicando que la corriente inducida circula siempre en el mismo sentido (corriente continua). En ambos casos tenemos un generador de corriente. En el primero, se denomina generador de corriente alterna o simplemente **alternador** y en el segundo, generador de corriente continua o **dinamo**.



Como alternador



Como dinamo

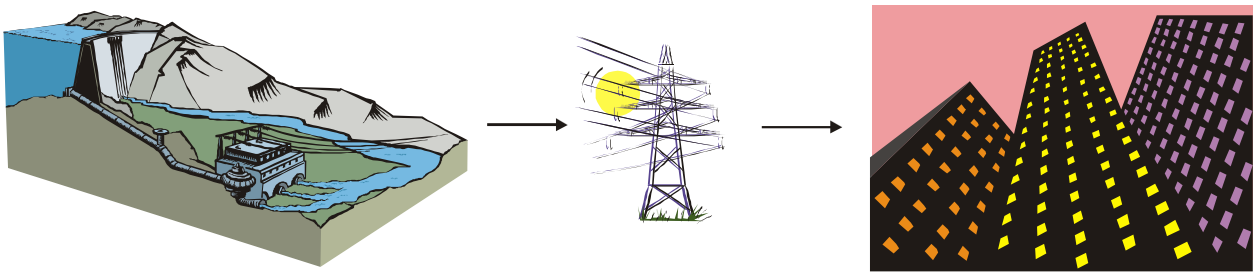


3.5. El transporte de la corriente eléctrica

Según acabamos de ver, el procedimiento para generar corriente continua o alterna es similar. En cuanto al uso, aunque hay aplicaciones comunes como el alumbrado (bombillas), en otras es necesaria la corriente continua (como en un televisor).

¿Por qué la red eléctrica es de corriente alterna y no de corriente continua?

La explicación está en que las centrales donde se genera la electricidad suelen estar alejadas de los lugares en los que ésta se utiliza (núcleos urbanos e industriales). Ello obliga a utilizar largos cables conductores para su transporte con lo que se produce una pérdida importante de energía (efecto Joule). Para disminuir en lo posible dicha pérdida conviene trabajar con pequeñas intensidades de corriente por lo que, si queremos mantener la cantidad de energía que se transporta en un cierto tiempo, deberemos elevar la diferencia de potencial.



De acuerdo con los razonamientos anteriores, es muy conveniente transportar la energía eléctrica a una gran diferencia de potencial. Esto presenta serios problemas, bien de tipo técnico (generadores apropiados), como de uso (peligrosidad). No obstante, se pueden solucionar si transportamos corriente alterna, ya que existe un dispositivo llamado transformador (que sólo funciona con corriente alterna), que permite elevar o reducir (según convenga) la diferencia de potencial. De este modo, en las centrales donde se produce electricidad se usan transformadores para elevar la diferencia de potencial de la corriente alterna generada hasta el valor que nos convenga (varios centenares de miles de voltios) y se transporta así hasta las cercanías de los lugares en los que se va a usar, donde se utilizan de nuevo transformadores para bajar la diferencia de potencial (a unos miles de voltios). En la mayoría de los hogares, la corriente que llega es alterna y la diferencia de potencial de 220 V.

4. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

El consumo de fuentes de energía no renovables como el petróleo y sus derivados y, en general el uso creciente de energía por parte de más de 6000 millones de seres humanos, está produciendo un impacto tremendo sobre el medio ambiente, tan grande, que nuestra supervivencia como especie corre un serio peligro.

A menudo se piensa en la electricidad como una especie de energía limpia que no afecta al medio ambiente. Quizás porque podemos usarla en nuestras casas para iluminar, calentar, refrigerar, etc., tan solo apretando un interruptor y sin que veamos generarse humos ni residuos. ¿Es esto realmente así?

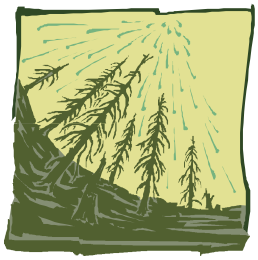
A.23. *Considerad de qué posibles formas se puede producir energía eléctrica y elaborad una lista con todos los efectos positivos y negativos que puedan tener sobre el medio ambiente.*

Más del 95% de la electricidad que utilizamos se genera mediante alternadores. Para ello, como hemos visto, es necesario que una bobina o inducido se mueva en las proximidades de un imán y para producir y mantener esa bobina en movimiento necesitamos comunicarle energía. Dicha puede provenir a veces de un salto de agua (central hidroeléctrica) o del viento (parques eólicos), pero lo más habitual es que se utilice vapor de agua la cual se calienta quemando carbón, fuel o gas (central térmica de combustible fósil) o bien mediante la fisión de un material radiactivo como el uranio (central térmica de combustible nuclear).

A.24. *¿Cuál es el impacto medioambiental de las centrales térmicas?*

Una central eléctrica que utilice carbón tiene, entre otros, dos graves inconvenientes sobre el medio ambiente:

a) Contribuye a aumentar la lluvia ácida debido, sobre todo, a que el carbón contiene azufre como impureza y al quemarlo se producen óxidos de azufre que van a parar a la atmósfera y que reaccionan con el agua presente en el aire dando ácido sulfúrico. Ello hace que el agua de lluvia sea ácida y pueda destruir bosques enteros y aumentar la acidez de lagos haciendo imposible la vida de plantas y animales en ellos.



b) Contribuye a aumentar el efecto invernadero debido a que cuando se quema carbón se produce CO_2 (el principal causante de este efecto). La energía procedente del Sol que llega a la Tierra calienta el planeta y éste refleja al espacio parte de dicha energía en forma de radiación infrarroja. Sin embargo el CO_2 presente en la atmósfera dificulta el paso de esa radiación reflejándola de nuevo al suelo con lo que está aumentando la temperatura media del planeta. El proceso se ha intensificado en gran parte debido a la quema de carbón y de otros combustibles fósiles como el petróleo y todos sus derivados que está haciendo aumentar mucho la concentración de CO_2 en la atmósfera y produciendo un verdadero cambio climático.

En la producción de electricidad mediante la combustión de fuel, además de los efectos anteriores hay que tener en cuenta que el fuel se extrae del petróleo y que el transporte del crudo de petróleo desde los yacimientos hasta las refinerías (muy alejadas de ellos) tiene unos riesgos indudables sobre el medio ambiente. Basta recordar a este respecto los ya numerosos accidentes ocurridos con algunos superpetroleros (como el Prestige) y los consiguientes desastres ecológicos producidos al verterse miles de toneladas de crudo frente a las costas. Además, este proceso de agotar rápidamente todas las reservas de petróleo quemándolo, cuando a partir del mismo se obtienen tantos productos necesarios (desde fibras sintéticas a plásticos y medicamentos) no parece que sea una actitud muy inteligente.

Una central eléctrica que utilice un reactor nuclear no contribuye tanto al efecto invernadero ni a la lluvia ácida. Sin embargo, supone un riesgo muy serio para el medio ambiente y las personas, debido a un posible accidente nuclear (recordad el de Chernobyl entre otros) y también porque dichas centrales generan residuos radiactivos que estarán activos durante muchos años. ¿Dónde enterrar **con seguridad durante miles de años** la gran cantidad de residuos radiactivos que estamos generando? ¿No es eso acaso una bomba de relojería para nuestros descendientes?

A.25. *¿Cuál es el impacto medioambiental de las centrales hidroeléctricas?*

En general una central hidroeléctrica aprovecha el desnivel existente en un cierto tramo de un río para producir energía eléctrica, lo cual supone la transformación de una zona fluvial en una zona con un embalse de agua más o menos grande, con una serie de consecuencias para el medio ambiente, como las que se exponen a continuación:

- ✓ Pérdida de suelo por la erosión provocada por las obras
- ✓ Destrucción de parte de la vegetación de la zona debido a las obras de acceso a la central (pistas o carreteras, presa, edificios anexos, etc.) y al tendido eléctrico.
- ✓ Desaparición de parte de la flora y fauna de la zona debido a la alteración de su medio natural
- ✓ Contaminación “estética” debida a los cambios paisajísticos (caminos, obras, tendido eléctrico, grandes tuberías, etc.).
- ✓ Impacto del tendido eléctrico sobre las aves de la zona.
- ✓ Efecto “barrera” de la presa sobre algunas especies piscícolas que realizan migraciones.
- ✓ Desaparición de la actividad agrícola y ganadera en la zona embalsada.
- ✓ Posible desaparición de pueblos que llevaban viviendo en la zona durante muchos años antes de inundarla y traslado forzoso de sus gentes a otros lugares.

A pesar de las consecuencias anteriores, el impacto sobre el medio ambiente de las centrales hidroeléctricas (y sobre todo de las pequeñas o “minicentrales”) es bastante menor que el de las térmicas ya que no emiten CO_2 ni óxidos de azufre (no contribuyen a aumentar el efecto invernadero ni la lluvia ácida) y además su funcionamiento se basa en la energía obtenida del agua en movimiento y no en el consumo de combustibles fósiles o de uranio (con todos los inconvenientes que ello implica). Por otra parte, las centrales hidroeléctricas también tienen algunos efectos positivos sobre el ambiente como, por ejemplo:

- ✓ En el agua de los embalses se eliminan materias sedimentables por decantación lo que las hace utilizables para el abastecimiento de agua potable a las poblaciones.
- ✓ Control de posibles avenidas de agua evitando inundaciones en zonas situadas aguas abajo.
- ✓ Incremento en el nivel de agua en pozos próximos al embalse
- ✓ Al poder regular el caudal de agua después del embalse, es posible disponer de un caudal mínimo de agua en el río incluso durante el verano y también se pueden controlar los regadíos.

A.26. *¿Conocéis otras formas de obtener energía eléctrica? ¿Qué impacto ambiental pueden tener?*

La energía eléctrica también se puede obtener de otras formas como, por ejemplo: aprovechando las mareas, la energía cinética del aire en movimiento (aerogeneradores) o la energía solar. El impacto medioambiental de las centrales eólicas y solares es mucho menor que en los otros casos. No obstante también existe, ya que los enormes molinos de viento colocados sobre las cimas de las montañas o en las costas, tienen un indudable impacto estético y además afectan a las aves, generan ruido en sus proximidades y producen interferencias en las comunicaciones. En cuanto a las centrales solares el impacto sobre el medio ambiente se deriva de la gran cantidad de terreno que se necesita. Así, en una zona con al menos 2500 horas de sol al año, se precisaría ocupar en total unos 10 km^2 de terreno para obtener una potencia de 100 MW. Eso significa una gran cantidad de suelo que queda sin sombra (lo que puede afectar a la flora y fauna local), además de la modificación paisajística importante. Para evitar todo esto se suelen construir en zonas desérticas.

La energía eléctrica también se puede originar mediante reacciones químicas (pilas y baterías). Se trata de una forma habitual de obtener pequeñas cantidades de energía eléctrica. Muchos millones de juguetes, de aparatos e instrumentos funcionan con pilas. Las pilas permiten disponer de energía con mucha autonomía (solo con transportarlas allá donde vayamos) pero algunas contienen sustancias tóxicas muy contaminantes para el medio ambiente (por ejemplo, metales como el mercurio).

A.27. *¿Cómo disminuir el impacto ambiental negativo (directo o indirecto) de la energía eléctrica?*

Se pueden hacer muchas cosas, que desgraciadamente no se llevan a cabo en la medida que haría falta, para reducir el impacto medioambiental de la energía eléctrica y conseguir un desarrollo sostenible, más respetuoso con la naturaleza. Nosotros mismos podemos contribuir a este objetivo de forma fundamental (somos muchos millones de personas y si todas hacemos algo, en total es muchísimo). A modo de ejemplo:

- ✓ Impulsar las minicentrales hidroeléctricas (de mucho menos impacto sobre el medio ambiente que las grandes centrales que exigen construir enormes embalses).
- ✓ Utilizar electrodomésticos de bajo consumo.
- ✓ En las ciudades los equipos de gobierno municipal deberían de ser conscientes del problema y no derrochar tanta energía eléctrica. En algunas de ellas, como Valencia, las farolas han proliferado tanto que es difícil conciliar el sueño por la noche si no se baja la persiana o se corre la cortina y la contaminación lumínica impide ver el cielo.
- ✓ No tener en la casa más luces encendidas de las que sean necesarias.
- ✓ Favorecer el uso de energías renovables. Hemos de tener en cuenta que España es considerado como uno de los países con mayor potencial para generar energía eléctrica mediante el viento, el sol y el agua. Sin embargo, más del 90 % de la energía que consumimos se basa en materias primas no renovables (y que además nosotros prácticamente no tenemos) como el petróleo, carbón, uranio y gas. Ello nos hace ser un país excesivamente dependiente de los demás en cuanto a la energía, con todo lo que eso implica.

- ✓ Utilizar pilas recargables y lámparas de bajo consumo
- ✓ No tirar las pilas (de ningún tipo), lámparas, o tubos fluorescentes a la basura, sino depositarlos en los contenedores que existen al efecto (o pedir que instalen esos contenedores en el barrio, la escuela, comercios, etc.).
- ✓ El uso de paneles solares para la calefacción en los nuevos edificios debería ser obligatorio. También habría que favorecer la instalación por particulares (allí donde fuese posible) de aero-generadores y paneles solares así como la venta por ellos de la energía sobrante a las grandes compañías eléctricas.

Para terminar, conviene realizar una pequeña reflexión: El uso de la energía en general y de la energía eléctrica en particular está muy desigualmente repartido en la humanidad. Existen muchos millones de familias que no disponen de energía eléctrica en sus casas y es justo que aspiren a la mejor calidad de vida que esta les proporcionaría. ¿Qué es lo que ocurriría si mañana todo ser humano viviente dispusiera de la misma energía y aparatos eléctricos que un norteamericano medio, manteniendo todo lo demás igual? El agotamiento de recursos y el impacto ambiental ocasionado producirían un desastre de proporciones incalculables en muy pocos meses. La diferencia de la realidad con este supuesto tan sólo radica en el tiempo (en lugar de pocos meses, si no tomamos medidas ya, serán unos años).

De acuerdo con las consideraciones anteriores el uso y la generalización de energías más respetuosas con el medio ambiente y políticas sociales más justas (diseñadas para conseguir un desarrollo sostenible para todos) junto con un control de la natalidad (políticas demográficas responsables por parte de todos los gobiernos), son hoy en día más necesarios que nunca en un planeta que antes parecía no tener límites pero que ahora ..... se nos ha quedado pequeño.

RECAPITULACIÓN

Como se indica en el comienzo de este libro, mediante la electricidad podemos disponer de energía con la que producir cambios que nos interesen.

Los dos últimos capítulos han estado dedicados a estudiar cómo obtener una corriente eléctrica con la que podamos disponer de energía para producir cambios. En el primero de ellos hemos visto la necesidad de disponer de una diferencia de potencial entre los extremos de un hilo conductor y cómo los generadores cumplen ese cometido. Se introdujeron y manejaron conceptos muy importantes, tales como el de potencial y diferencia de potencial, resistencia eléctrica, etc. También estudiamos la ley de Ohm, los factores de que depende la resistencia de hilo conductor y la forma de asociar resistencias. En el segundo, hemos podido apreciar la existencia de una estrecha relación entre el magnetismo y la electricidad y cómo de esta relación se han derivado una serie de líneas de investigación que permitieron la producción de corriente eléctrica a gran escala, la construcción de motores eléctricos, etc.

Esperamos, pues, que este curso haya servido como un primer acercamiento a la física y química, en el que se haya percibido la utilidad de estas dos ciencias para comprender y aprovechar los cambios materiales.

En el próximo curso nos centraremos, principalmente, en estudiar un tipo especialmente interesante de cambios: los llamados cambios mecánicos, en los que se estudian los cambios de posición y de velocidad que pueden experimentar los objetos y luego profundizaremos en el estudio de las reacciones químicas que hemos comenzado en este.

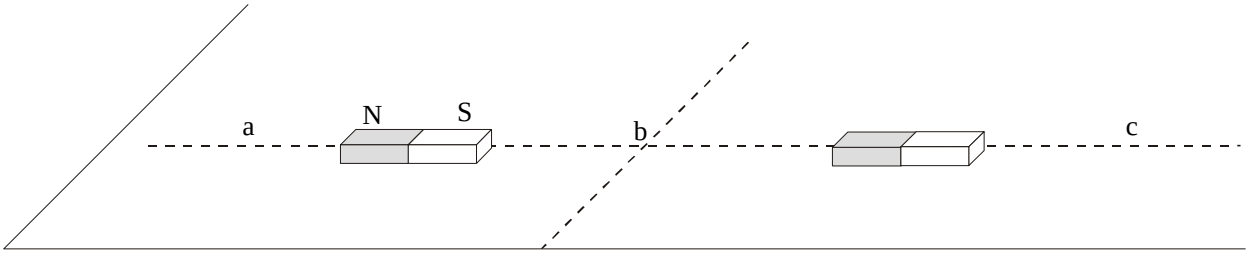
9. EL MAGNETISMO Y LA CORRIENTE ELÉCTRICA. ACTIVIDADES DE REFUERZO

1. Citad alguna diferencia entre las fuerzas eléctricas (ya estudiadas anteriormente) y las magnéticas

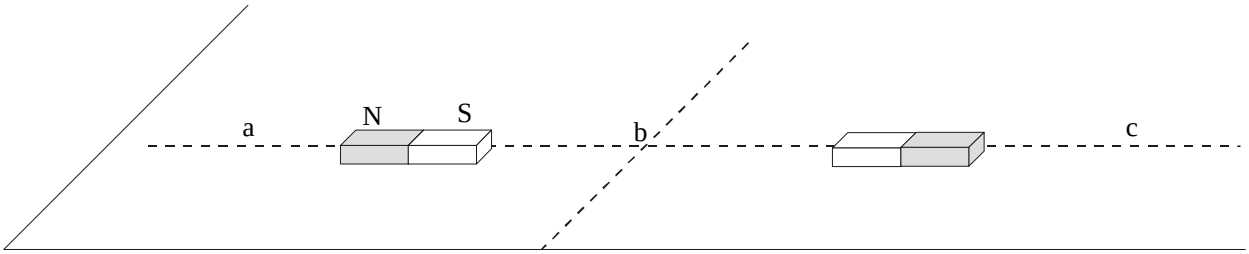
2. Si ponemos una brújula en el suelo plano y horizontal y nos movemos hacia donde señala el polo N de la aguja, avanzaremos aproximadamente hacia:

a) El polo N geográfico
b) El polo S geográfico
c) El este
d) El oeste

3. Dibujad una aguja magnética que puede girar libremente sobre su centro cuando se sitúe en las posiciones a, b y c, de la figura adjunta. (Ha de verse cuál es el polo N y S de la aguja).



4. Dibujad una aguja magnética que puede girar libremente sobre su centro cuando se sitúe en las posiciones a, b y c, de la figura adjunta. (Ha de verse cuál es el polo N y S de la aguja).



5. ¿Cuál fue la conclusión más importante que se extrajo de la experiencia de Oersted?

a) El magnetismo y la electricidad son dos fenómenos de naturaleza totalmente distinta y no tienen nada que ver uno con el otro

b) La electricidad y el magnetismo son dos fenómenos relacionados entre sí.

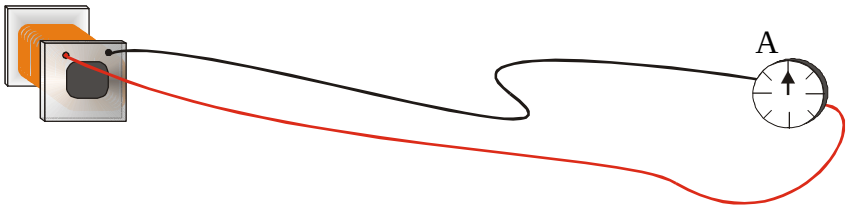
6. La experiencia de Oersted mostró que (señala verdadero o falso a la izquierda de cada proposición):

a) Entre los imanes y las cargas eléctricas en reposo se ejercen fuerzas de atracción y de repulsión

b) Entre los imanes y las cargas eléctricas en movimiento (corriente eléctrica) se ejercen fuerzas de atracción y de repulsión.

7. ¿Qué diferencia hay entre un solenoide y un electroimán?

8. En el dispositivo adjunto ¿qué harías para que por el amperímetro pasara una corriente eléctrica?



9. Explicad cómo se puede construir un imán con una pila, un clavo de acero e hilo conductor. Ayudaos de un dibujo.

10. Indicad dos formas de conseguir que un electroimán sea más potente.

11. Señalad verdadero o falso a la izquierda de cada proposición:

a) Toda carga eléctrica es atraída (o repelida) por un imán
b) Toda corriente eléctrica tiene efectos magnéticos
c) Todo imán próximo a una bobina origina en ella una corriente eléctrica